

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **2 448 759** (13) C2ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[B01D 46/02 \(2006.01\)](#)[B01D 46/46 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.03.2015)
Пошлина: учтена за 3 год с 30.07.2010 по 29.07.2011(21)(22) Заявка: [2008131343/05](#), 29.07.2008(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.07.2008

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.07.2008

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2010 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: [27.04.2012](#) Бюл. № 12(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1215213 A1, 30.06.1994. SU
1694190 A2, 30.11.1991. SU 1152623 A1,
30.04.1985. US 2003089234 A, 15.05.2003. JP
5123515 A, 21.05.1993.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,
ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", Центр
интеллектуальной собственности,
Т.В.Маркс

(72) Автор(ы):

Лисенко Владимир Георгиевич (RU),
Зотов Сергей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина" (RU)(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ РУКАВНЫХ ПЫЛЕВЫХ ФИЛЬТРОВ С
КОРРЕКТИРОВКОЙ ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ИМПУЛЬСАМИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к непрерывному процессу "сухой" очистки газов электролизного производства, а именно к системе управления регенерацией рукавных фильтров. Способ управления регенерацией рукавных пылевых фильтров включает подачу запыленных газов в рукавный фильтр, регенерацию путем продувки сжатым воздухом рукавных фильтров и через определенный период времени измерение давления газов до и после модуля рукавных фильтров, запыленности газа перед фильтром, скорости фильтрования. Промежуток времени между регенерациями рукавных фильтров устанавливают в зависимости от перепада давления до и после модуля рукавных фильтров и от запыленности газа перед фильтром и скорости фильтрования, при этом устанавливают максимальный и минимальный промежутки времени между импульсами на регенерацию фильтров, а также минимальное и максимальное значения перепада давления на модуле рукавных фильтров, и в случае минимального и максимального заданных значений перепадов давления устанавливают соответственно максимальный и минимальный заданные промежутки времени между импульсами на регенерацию, а в случае промежуточного значения

перепада давления между его минимальным и максимальным заданными значениями промежутков времени между импульсами на регенерацию устанавливают пропорционально перепаду давления. Технический результат: улучшение очистки газов. 5 ил., 1 табл.

Изобретение относится к непрерывному процессу "сухой" очистки газов электролизного производства, а именно к системе управления регенерацией рукавных фильтров.

Известны способы регенерации рукавных фильтров процесса «сухой» очистки газов, включающие встряхивание фильтров и продувку сжатым воздухом через задаваемые определенные моменты времени [1, стр.39-42], [2, стр.419, стр.655-656].

Известен также способ управления регенерацией рукавных фильтров, реализованный на базе микропроцессорного контроллера серии "Elex-2200", который производит регенерацию каналов рукавного фильтра, отслеживая следующие параметры регенерации: длительность импульса и промежуток между импульсами. Временные интервалы задаются непосредственно на самом устройстве [3].

Однако недостатком данного способа является постоянство длительности и промежутка между импульсами, что приводит к снижению эффективности работы фильтра (степени очистки от пыли) по мере засорения фильтра и снижению его фильтрационной способности.

Таким образом, известен способ управления регенерацией рукавных фильтров, реализованный на базе микропроцессорного контроллера серии "Elex-2200", являющийся наиболее близким аналогом предлагаемого способа и выбранный в качестве прототипа [3]. Известный способ производит регенерацию каналов рукавного фильтра, отслеживая следующие параметры регенерации: длительность импульса и промежуток между импульсами. Временные интервалы задаются непосредственно на самом устройстве.

Недостатком этого способа является то, что длительность промежутка между импульсами является величиной, регулируемой вручную, что приводит к снижению эффективности работы фильтра (степени очистки от пыли) по мере засорения фильтра и снижению его фильтрационной способности.

Техническим результатом изобретения является точность регулирования интервала времени между регенерациями фильтров и действиями струй сжатого воздуха в зависимости от перепада давления на рукавном фильтре, запыленности газа перед фильтром и скорости фильтрования, что, в свою очередь, обеспечивает увеличение уровня очистки пылевых, в частности электролизных, газов.

Этот технический результат достигается тем, что в известный способ управления регенерацией рукавных пылевых фильтров включены подача запыленных газов в рукавный фильтр, регенерация путем продувки сжатым воздухом рукавных фильтров и через определенный период времени, измерение давления газов до и после модуля рукавных фильтров, запыленности газа перед фильтром, скорости фильтрования, отличающийся тем, что промежуток времени между регенерациями рукавных фильтров устанавливают в зависимости от перепада давления до и после модуля рукавных фильтров и от запыленности газа перед фильтром и скорости фильтрования, используя модель Мандрико и Пейсахова [2, стр.435-436], при этом устанавливают максимальный и минимальный промежутки времени между импульсами на регенерацию фильтров, а также минимальное и максимальное значения перепада давления на модуле рукавных фильтров, и в случае минимального и максимального заданных значений перепадов давления устанавливают соответственно максимальный и минимальный заданные промежутки времени между импульсами на регенерацию, а в случае промежуточного значения перепада давления между его минимальным и максимальным заданными значениями промежутков времени между импульсами на регенерацию устанавливают пропорционально перепаду давления и определяют по формулам (1), (2), (3), (4), (5).

$$t_{u1} = t_{u, \max} - (t_{u, \max} - t_{u, \min}) \cdot \frac{\Delta P - \Delta P_{\min}}{\Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}}, \quad (1)$$

$$t_{u2} = t_{u, \max} - (t_{u, \max} - t_{u, \min}) \cdot \frac{(a + b \cdot t) - \Delta P_{\min}}{\Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}}, \quad (2)$$

$$t = \frac{t_{u, \max} + t_{u, \min}}{2}, \quad (3)$$

$$a = C_A A_M \mu w, b = C_B B_M \mu Z w^2, \quad (4)$$

$$\overline{t_u} = \frac{t_{u1} + t_{u2}}{2}, \quad (5)$$

где t_{u1} , t_{u2} - интервал времени между импульсами на регенерацию фильтра, с;
 $\overline{t_u}$ - среднее значение интервала времени между импульсами на регенерацию фильтра, с;
 $t_{u,max}$ - заданное максимальное значение интервала времени между импульсами, с;
 $t_{u,min}$ - заданное минимальное значение интервала времени между импульсами, с;
 ΔP - текущий перепад давления газов на модуле рукавного фильтра, кПа;
 ΔP_{max} - заданное значение максимального перепада давления, кПа;
 ΔP_{min} - заданное значение минимального перепада давления, кПа;
 A_M - коэффициент сопротивления фильтровальной перегородки с слоем пыли, оставшейся на ней после регенерации, m^{-1} ; B_M - коэффициент сопротивления слоя пыли, м/кг; C_A - поправочный коэффициент для A_M ; C_B - поправочный коэффициент для B_M ; μ - динамический коэффициент вязкости газа, Па·с; Z - запыленность газа перед фильтром при рабочих условиях, $кг/м^3$; w - скорость фильтрования, м/с; при этом поправочные коэффициенты C_A и C_B определяют исходя из медианного размера частиц пыли d_m , в качестве фильтровального материала используют лавсан и при $d_m=5$ мкм $C_A=6,22$ и $C_B=8,1$. Коэффициенты A_M и B_M определяют согласно таблице 1 описания изобретения.

Таблица 1				
Ткань - лавсан арт.217				
	d_m (мкм)	A_M (m^{-1})	B_M (м/кг)	Вид пыли
1	0,5-0,7	$(13000-15000) \cdot 10^6$	$330 \cdot 10^9$	кремниевая, возгонная
2	2,5-3,0	$(2300-2400) \cdot 10^6$	$80 \cdot 10^9$	сталеплавиная, возгонная
3	10-20	$(1100-1500) \cdot 10^6$	$(6,5-16) \cdot 10^9$	кварцевая, цементная

Для условий сухой газоочистки ОАО «БАЗ-СУАЛ» при $d_m=5$ мкм; $\mu=2,18 \cdot 10^{-6}$ Па·с; $Z=0,22 \cdot 10^{-3}$ $кг/м^3$; $w=1,43$ м/мин, значения $C_A=6,22$ и $C_B=8,1$.

Известно, что эффективность очистки обратно пропорциональна фильтрационной способности фильтра, определяемой степенью засорения рукавного фильтра. Для увеличения степени газоочистки при этом в случае работы рукавных фильтров с циклом для регенерации путем встряхивания и подачи сжатого воздуха предлагается промежуток времени между регенерациями устанавливать в зависимости от степени засорения фильтра, которая, в свою очередь, осуществляется перепадом давления до и после модуля рукавного фильтра, а также запыленностью газа перед фильтром и скоростью фильтрования. В предлагаемом способе в алгоритм управления регенерацией рукавных фильтров вводится измерение давления до и после модуля рукавных фильтров и установление промежутка времени между импульсами на регенерацию фильтров в зависимости от этих измеряемых перепадов давления, измерение запыленности газа перед фильтром и скорости фильтрования. При этом задаются значения минимального и максимального перепада давления и соответственно максимального и минимального времени между импульсами на регенерацию, а в промежутках между этими заданными интервалами времени время между импульсами устанавливается пропорционально перепаду давления.

На рис.1 изображен график регулирования промежутка между импульсами в зависимости от перепада давления на рукавном фильтре.

Максимальный, минимальный интервалы между импульсами, а также минимальное и максимальное значения перепада давления задаются в соответствии со значениями, рекомендуемыми поставщиками газоочистного оборудования. При текущем перепаде давления меньше минимального заданного значения перепада давления 1 интервал между импульсами равен максимальному заданному интервалу между импульсами. При текущем перепаде давления больше максимального заданного значения перепада давления 3 интервал между импульсами равен минимальному заданному интервалу между импульсами. Когда текущий перепад давления больше минимального заданного значения перепада давления и меньше максимального заданного значения перепада давления 2, то расчет интервала между импульсами производится с использованием формул (1), (2), (3), (4), (5).

Так как для поддержания требуемого уровня очистки электролизных газов необходимо наличие некоторого пылевого слоя на рукавных фильтрах [1], то применение данного способа позволит поддерживать этот слой. При большем перепаде давления - пыли много - регенерация будет производиться чаще, пыль будет сбиваться. При меньшем перепаде - пыли мало - регенерация будет производиться

реже, пыль будет осаждаться на фильтрующей перегородке. Использование модели Мандрико и Пейсахова позволит корректировать расчет значения интервала между импульсами.

Предлагаемый способ реализуется с помощью устройства, представленного на рис.2. Устройство включает объект автоматического регулирования 4, датчики: перепада давления, запыленности газа перед фильтром и скорости фильтрования 5, элемент сравнения выходной величины перепада давления на модуле рукавных фильтров объекта с заданными минимальным и максимальным значениями 6, блок расчета интервалов времени между импульсами на регенерацию фильтра t_{u1} , t_{u2} , среднего интервала времени между импульсами на регенерацию рукавных фильтров $\overline{t_u}$ 7, блок таймера длительности между импульсами 8, блок таймера длительности импульса 9, управляющее воздействие, заданные максимальное и минимальное значения U_v . Устройство работает следующим образом. Датчики 5 измеряют запыленность газа перед фильтром, скорость фильтрования и перепад давления на модуле рукавных фильтров, который является объектом автоматического регулирования 4. Показания датчика перепада давления сравниваются в элементе сравнения 6 с управляющим воздействием U_v - заданными максимальным и минимальным значениями перепада давления. Далее в блоке расчета интервала времени между импульсами на регенерацию рукавных фильтров 7 рассчитывается длительность паузы между импульсами $\overline{t_u}$ по формулам (1), (2), (3), (4), (5). Затем идет обработка этого интервала времени в блоке таймера длительности между импульсами 8, потом идет обработка самого воздушного импульса, время действия которого контролируется блоком таймера длительности импульса 9. Блоки 6, 7, 8, 9 работают с использованием алгоритма расчета длительности между импульсами, среднего значения интервала времени между импульсами на регенерацию фильтра в зависимости от перепада давления на модуле рукавного фильтра и от запыленности газа перед фильтром и скорости фильтрования, представленного на рис.3. Алгоритм работает следующим образом.

Сначала выполняется переключение с одного модуля рукавного фильтра на другой, с проверкой номера текущего модуля. И если все модули обработаны, то начинается обработка сначала, с первого модуля, и поэтому номер текущего модуля равен единице 10. Затем происходит проверка режима работы модуля 11. Если текущий режим является режимом автоматического регулирования, то далее считываются данные. В противном случае работа по алгоритму заканчивается. После считывания данных сравнивается перепад давления на модуле рукавного фильтра с минимальным заданным перепадом давления 12. Если текущий перепад давления меньше минимального заданного, то длительность между импульсами будет равна максимальной заданной длительности.

В ином случае сравнивается, меньше ли текущий перепад давления на рукавном фильтре, чем максимальный заданный перепад давления 13. В случае не выполнения условия длительность между импульсами будет равна минимальной заданной длительности. Если текущий перепад давления на рукавном фильтре меньше, чем максимальный заданный перепад давления 14, то происходит проверка и контроль того, что знаменатель не будет равен нулю. Выполняется проверка исправности датчиков, измеряющих запыленность и скорость газа. В случае если датчики неисправны, длительность между импульсами рассчитывается в зависимости от перепада давления на рукавном фильтре. Если датчики исправны, то длительность между импульсами рассчитывается как среднее значение длительностей импульсов, рассчитанных по формулам в зависимости от перепада давления на рукавном фильтре и в зависимости от запыленности и скорости газа. Это позволяет более точно устанавливать значение длительности между импульсами. После определения длительности между импульсами определяется длительность импульса равной половине секунды 15. Определяем длительность цикла регенерации равной сумме длительности импульса и длительности между импульсами, умноженной на количество каналов. Полученные интервалы времени - длительность между импульсами, длительность импульса, длительность цикла регенерации - записываются в память.

На рис.4 и 5 изображен алгоритм обработки таймеров длительностей импульса, паузы между импульсами. Алгоритм работает следующим образом.

Выполняется определение последнего сработавшего регенерационного канала и проверяется: идентичны ли последний сработавший канал и текущий 16 и 18. Здесь подразумевается то, что эта информация, о каналах, хранится в массивах. Она преобразуется в массив при каждом чтении алгоритма - по номеру канала возводится бит "1" напротив соответствующего канала в массиве последнего сработавшего

канала. Бит "1" напротив соответствующего канала в массиве текущего канала возводится, только когда отсчитает заданный интервал времени таймер длительности между импульсами. Поэтому когда эти массивы идентичны, производится регенерация канала рукавного фильтра. Далее, если массивы неидентичны, происходит обработка таймера длительности между импульсами 17. Проверяется условие: все ли каналы отработали. Если отработали все, то отсчитывается интервал между последним и первым импульсами. Когда интервал будет отсчитан, обнуляется таймер длительности между импульсами, устанавливается последний сработавший канал и текущий канал. Если не все каналы отработали, то отсчитывается интервал между импульсами. Когда интервал будет отсчитан, увеличивается счетчик каналов, устанавливается последний сработавший канал и текущий канал. Далее, выполняется ли блок 17 или переход был из блока 16, определяется последний сработавший регенерационный канал 18. Это делается для того, чтобы при этом же чтении алгоритма, как только отработает таймер интервала между импульсами, производилась регенерация канала рукавного фильтра. Если производится регенерация 19, то обрабатывается таймер длительности импульса, по истечении времени которого сбрасывается текущий канал и обнуляется таймер длительности импульса.

Применение такого способа управления регенерацией рукавных фильтров позволяет регулировать интервал времени между регенерациями фильтров и действиями струй сжатого воздуха в зависимости от перепада давления на рукавном фильтре, что, в свою очередь, обеспечивает увеличение уровня очистки пылевых, в частности электролизных, газов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Очистка технологических и неорганизованных выбросов от пыли в черной металлургии / Толочко А.И., Филиппев О.В., Славин В.И., Гурьев В.С.; М.: Металлургия, 1986. 208 с.
2. Зарубежное и отечественное оборудование для очистки газов: Справочное издание / М.Г.Ладыгичев, Г.Я.Бергнер. - М.: Теплотехник, 2004. 696 с.
3. www.elex2000.ru/kond_a.html
4. Тезисы XI научно-практической конференции «Алюминий Урала - 2006», стр.157-158.

Формула изобретения

Способ управления регенерацией рукавных пылевых фильтров, включающий подачу запыленных газов в рукавный фильтр, регенерацию путем продувки сжатым воздухом рукавных фильтров и через определенный период времени измерение давления газов до и после модуля рукавных фильтров, запыленности газа перед фильтром, скорости фильтрования, отличающийся тем, что промежуток времени между регенерациями рукавных фильтров устанавливают в зависимости от перепада давления до и после модуля рукавных фильтров и от запыленности газа перед фильтром и скорости фильтрования, при этом устанавливают максимальный и минимальный промежутки времени между импульсами на регенерацию фильтров, а также минимальное и максимальное значения перепада давления на модуле рукавных фильтров, и в случае минимального и максимального заданных значений перепадов давления устанавливают соответственно максимальный и минимальный заданные промежутки времени между импульсами на регенерацию, а в случае промежуточного значения перепада давления между его минимальным и максимальным заданными значениями промежутков времени между импульсами на регенерацию устанавливают пропорционально перепаду давления и определяют по формулам (1), (2), (3), (4), (5):

$$t_{u1} = t_{u, \max} - (t_{u, \max} - t_{u, \min}) \cdot \frac{\Delta P - \Delta P_{\min}}{\Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}}, \quad (1)$$

$$t_{u2} = t_{u, \max} - (t_{u, \max} - t_{u, \min}) \cdot \frac{(a + b \cdot t) - \Delta P_{\min}}{\Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}}, \quad (2)$$

$$t = \frac{t_{u, \max} + t_{u, \min}}{2}, \quad (3)$$

$$a = C_A A_M \mu w, \quad b = C_B B_M \mu Z w^2, \quad (4)$$

$$\overline{t_u} = \frac{t_{u1} + t_{u2}}{2}, \quad (5)$$

где t_{u1} , t_{u2} - интервал времени между импульсами на регенерацию фильтра, с;
 $\overline{t_u}$ - среднее значение интервала времени между импульсами на регенерацию фильтра, с;

$t_{u.max}$ - заданное максимальное значение интервала времени между импульсами, с;
 $t_{u.min}$ - заданное минимальное значение интервала времени между импульсами, с;
 ΔP - текущий перепад давления газов на модуле рукавного фильтра, кПа;
 ΔP_{max} - заданное значение максимального перепада давления, кПа;
 ΔP_{min} - заданное значение минимального перепада давления, кПа;
 A_M - коэффициент сопротивления фильтровальной перегородки с слоем пыли, оставшейся на ней после регенерации, m^{-1} ; B_M - коэффициент сопротивления слоя пыли, м/кг; C_A - поправочный коэффициент для A_M , C_B - поправочный коэффициент для B_M , μ - динамический коэффициент вязкости газа, Па·с; Z - запыленность газа перед фильтром при рабочих условиях, kg/m^3 ; w - скорость фильтрования, м/с; при этом поправочные коэффициенты C_A и C_B определяют, исходя из медианного размера частиц пыли d_m , в качестве фильтровального материала используют лавсан и при $d_m=5$ мкм $C_A=6,22$ и $C_B=8,1$, коэффициенты A_M и B_M определяют согласно таблицы 1 описания изобретения.

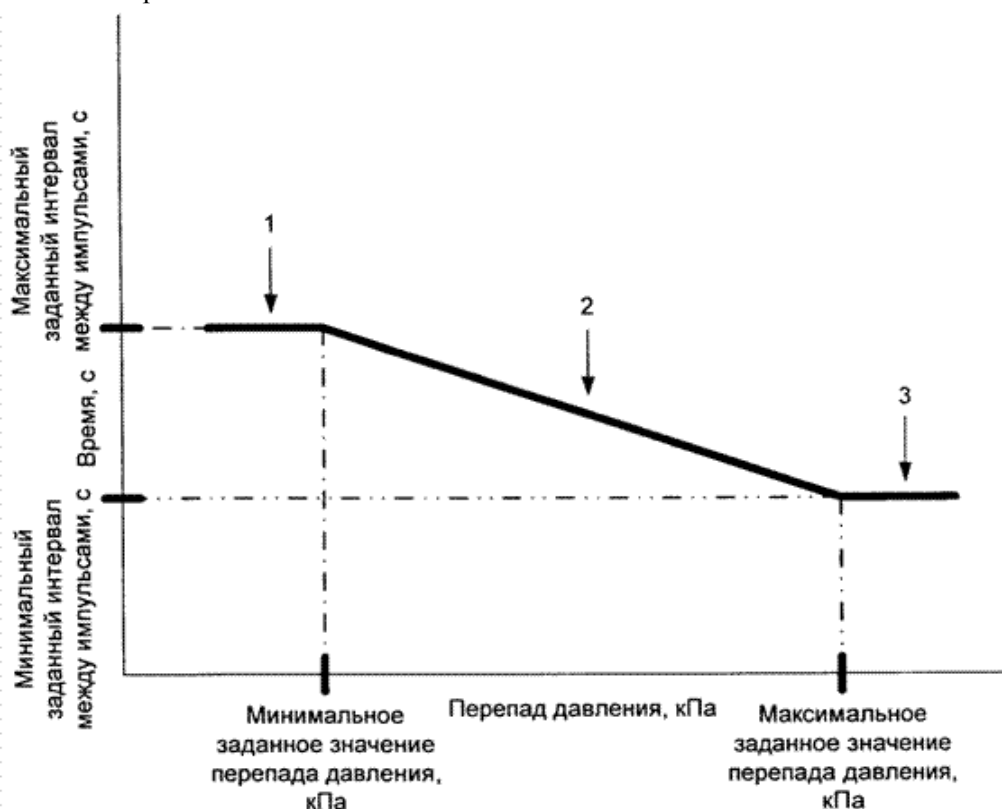


Рис.1

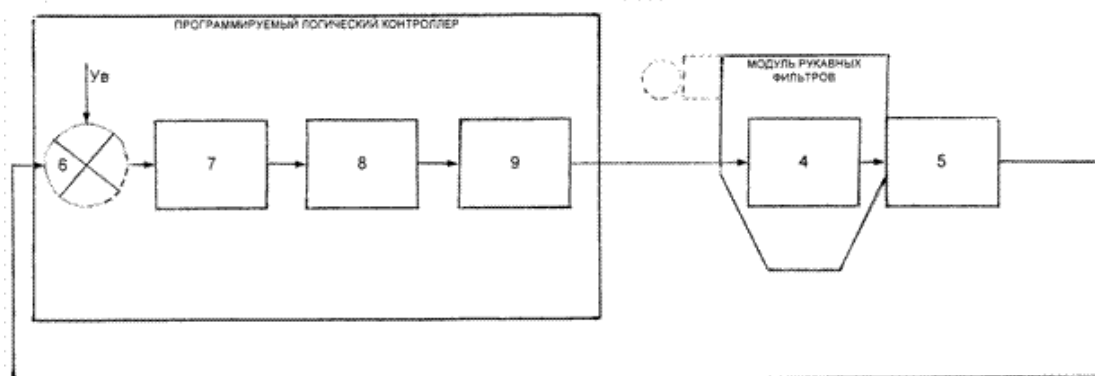


Рис.2

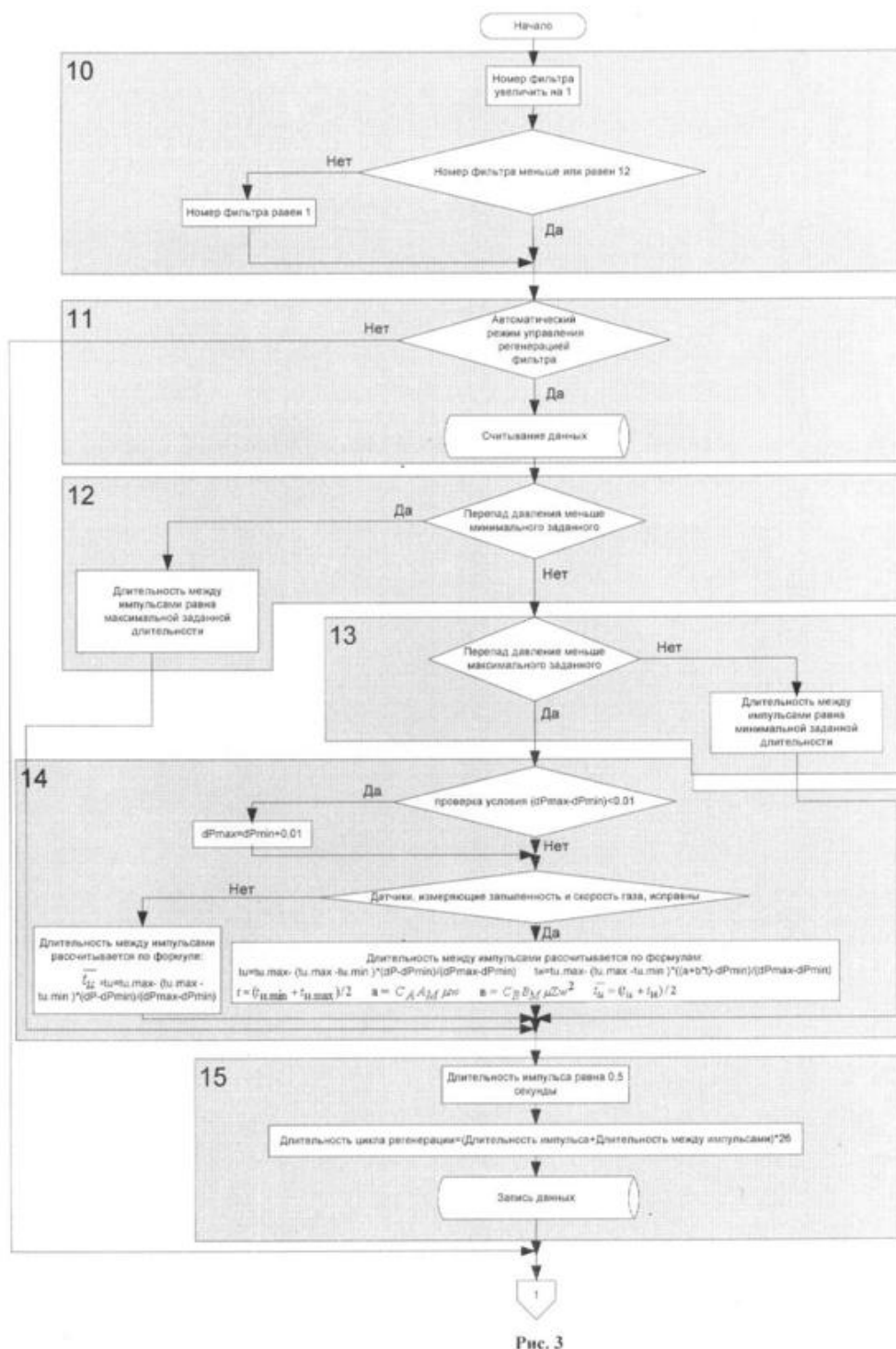


Рис. 3

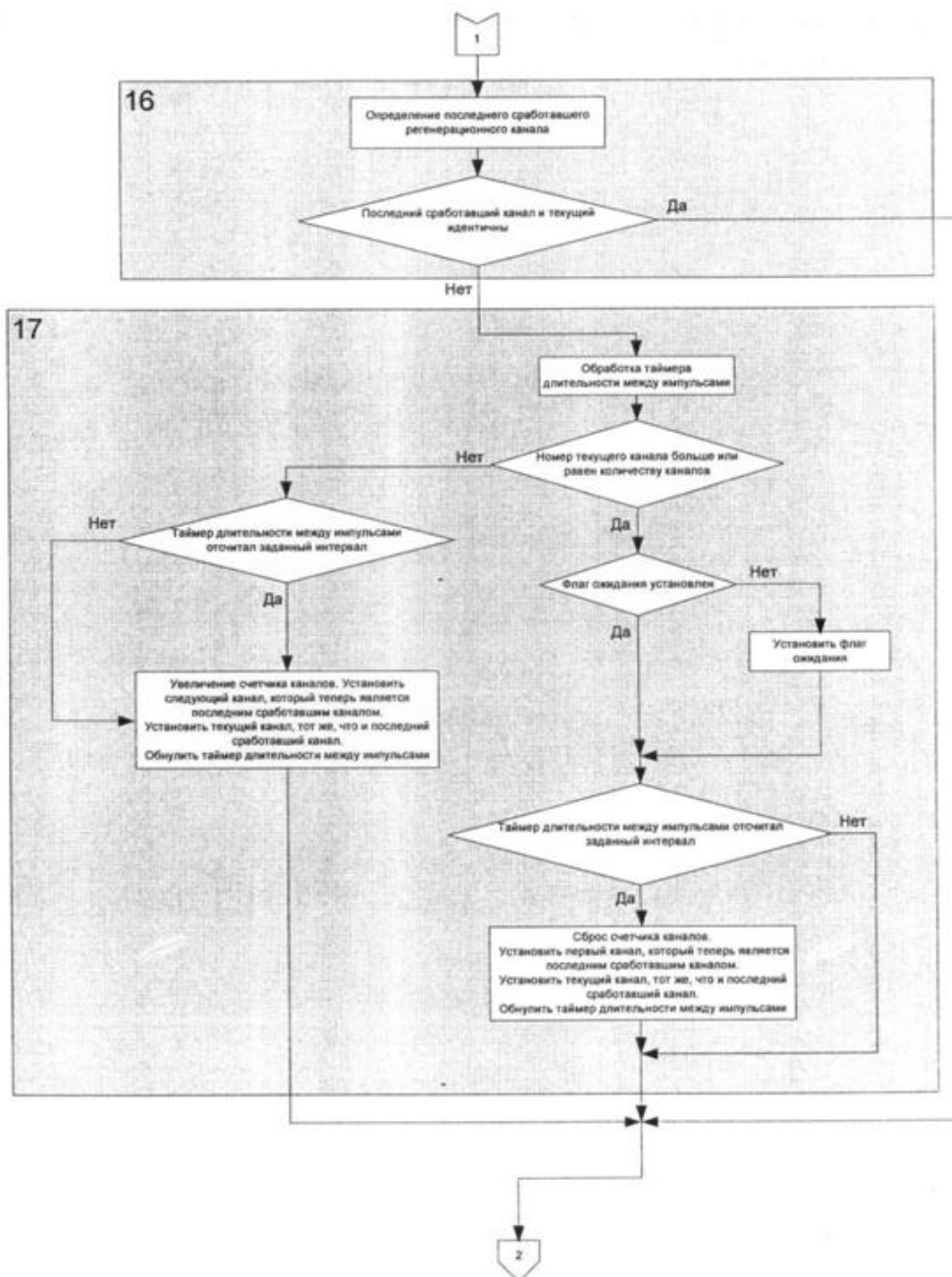


Рис. 4

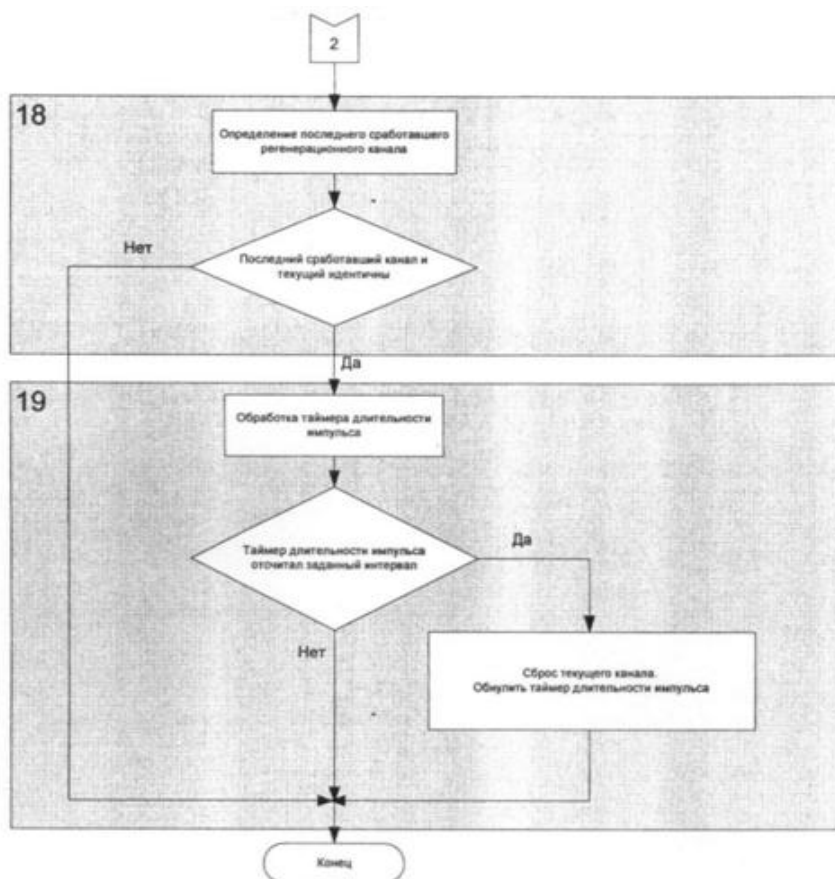


Рис. 5

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **16.03.2012**

Дата публикации: [20.01.2013](#)